

鐵矢板の斷面剛率に就て

工學士 福井 平 藏

最近鐵矢板が我國の河海工事や一般建築工事に、盛んに使用される様になつた結果、其の設計計算の基本となる、斷面剛率の採り方に就て論議されたものを見る事屢々であるが、之等論議の多くは數字の理論に走り過ぎて使用上の經驗に基くもの尠く、隨つて鐵矢壁の實際狀態に當て嵌めるには餘りに縁遠いもののみで、一般土木技術者の慍らずとする所にして又設計の衝に當らんとする者も其の去就に迷ふ所尠しとしない所である。

鐵矢板の本場である獨逸に於ても、此の問題に就ては夙に論議せられ、斷面剛率を考ふるに個々の矢板斷面の主軸を採るべしと云ふ説と、矢板の接合部を剛着と假定して壁軸上に計算するも差支へなしとする、所謂理想論と實際論の兩者が一九〇六年から一九一五年に至る間多くの誌上に於て議論を圖はした。然るに實地の經驗と觀察とに依り其の後一般技術者は後者の説を是とする者次第に多く、一九一五年以後は各種鐵矢板の斷面剛率を壁軸上に接つて計算するに異論を挟むもの無きに至つた。

次に掲ぐる譯文は一九一五年に W. BR. GUT-ACKER 氏

(Assistent fuer statik und Brueckenbau an der Grossszogl. Technischen Hochschule Darmst dt.)が「各種鐵矢板の靜力學的作用に就て」と題して Zentralblatt der Bauverwaltung に發表したもので當時の一般土木技術界に於ける權威者の意見を代表するものと信ずるから、此處に其内容を紹介して大方の参考に供したいと思ふ。以下は拙譯である。

既に多年の間鐵矢板が凡らゆる掘鑿工事や水中工事に使用されて來たが、斷面剛率の採り方即ち或る種の鐵矢板に於ては如何なる程度まで荷重を掛け得るかと云ふ問題は、未だ明かにされて居ない、と云ふ理由は理論的研究や試驗所の中に於ける實驗等では、この問題は到底満足な結果を得らるべき性質のものではなく、却て實際に施工された構築物に

依る經驗と研究に依つてこそ、初めて解決すべきものであるに拘らず、専門書には之が餘り多く取扱はれて居ないが爲めである。其れ故望むらくは各構築に就て鐵矢板の實地研究を爲し、漸次新しい數字を拵へ、其れを以て今後計算に導き入れる様にして、益々實際狀態に近づけて行くと云ふ事にし度いものである。此の研究に於て、先づ第一に爲さるべき事は、個々の矢板の間の摩擦力を決定する事並びに完成後壁が受けて居る彎曲を觀察する事であろう。次に述べる説明は鐵矢板の靜力學的關係を明かにするに幾分寄與する所が在ると思ふ。

目下獨逸の市場に現れて居る鐵矢板を採つて、個々の矢板の重心軸が壁軸に對して如何なる位置に置かれたるかを考慮する事に依り鐵矢板の種類を次の四群に分つ事が出来る。

一、個々の斷面の重心軸が壁の重心軸と相一致するもの、ランソム型とクルツプ型とが此の種に屬する（第一及び二圖）。是等の型に於ては壁の重心軸に計算された斷面剛率を採つて設計計算を行ひ得る事は何等疑を挟まない所である。



第一圖 クルツプ型



第二圖 ランソム型

二、個々の矢板の重心軸×と壁の重心軸Wが或る距離を置いて互に平行に走れるもの、此の種に屬するものにラルベン型がある。（譯者註最近産出されたるウーグレー型ラツカワナD²型等もこの種に屬す。）



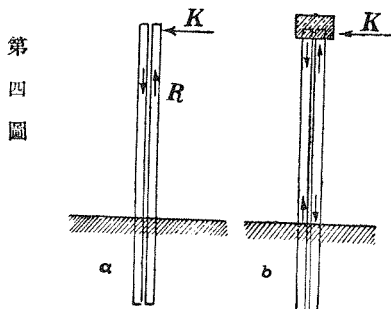
第三圖 ラルゼン型

理論的に考ふれば單に地中の打込部だけで支へられて居る壁に於ては、個々の矢板の断面剛率の總和を計算に採り入れなければならぬ、何となれば壁軸の兩側の断面は接合部で分離されて居り一體として働かずして、計算上壁軸に生ずる剪斷力を消殺する事が出来ないと云ふ論が *Zentralbl. d. Bauverw.* 1906, P. 117, 178, 574:1913, P. 156:1914, P. 489. 等に述べられて居る。然し實際には鐵矢板は加工されない延壓物で、元々接合部の内面は粗雜で此の溝の或る部分には土や小石等が詰り、又打込に際しては非常に大なる力が加へられて居るので、此處には或る大きな擦摩が互に働いて、殆んど栓を施したも同様になると云ふ今日迄の経験と商量とから、大抵の人は約三倍の大きさを有する壁軸上の断面剛率又は其の大部分を採つて計算を行つて居ると云ふ論が

Zentralbl. d. Bauverw. 1906, P. 446:1909, P. 432:1913, P. 333, 712.

Zeit schrift des Vereins deutscher Ingenieure 1910, 2094

等に見出される。又ラルゼン鐵矢板に於ては其の溝が獨特の形をなし爲めに矢板が極く僅



第四圖

かの傾斜を起しても、楔型の溝に於ける摩擦に類似した作用を起すことになるだろう。若し此の摩擦の大きさを信用し之を認めるならば、此の摩擦は外力として靜力學計算に採り

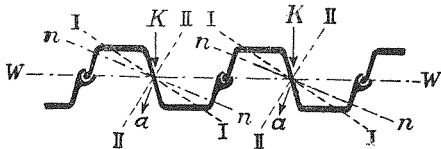
入れる事が出来る(第四圖 a)、此の力は各々の矢板を常に引き起さうとする作用を爲し、矢板壁をして個々の断面の中軸線を壁軸に近づかしめ、摩擦力が全部その力を發揮した場合には中軸線と壁軸とが結局一致する事になる譯である。

技師 ZIMMERMAN はこの問題に對しては次の如く述べて居る。(Zentralbl. d. Bauverw. 1913, P. 333)『矢板を引き抜く時の實驗に依れば、一度打込まれた矢板相互の間には非常に大なる摩擦力が存在して居ると云ふ事が判る、一本の矢板を引き抜くには、各々二十噸の力を有するウィンチ二個を使用して辛うじて間に合つた位である。其處で私の意見は樞密顧問技師 SCHECK が云ふ如く、ラルゼン鐵矢板壁の計算を行ふ場合に個々の矢板の断面剛率を採つて、一つの波の断面剛率を採らないのは餘りに用心深すぎる、鐵矢板壁は大抵の場合只彎曲を受けるのみであるから、此の溝と突起で出來た接合部即ち中軸線には只剪應力のみが生じ、之れは摩擦力で完全に折ち消されて了うものである』政府技師 K. BERNHARD は次の如く書いて居る(Zentralbl. d. Bauverw. 1913, P. 712)『此の接合部に於ける摩擦状態は非常に大きく、矢板相互が移動せんとする力の大部分を、完全に打消す事が出来ると云ふ意見に自分は賛成する』FR. FRANZIUS は砂の大なる壓力のために多數の錨定錐が切斷された所のラルゼン鐵矢板壁を批評して曰く(Zentralbl. d. Bauverw. 1909, P. 435)『延長八・九米の壁が錨定錐を切斷されたに拘らず、接合部の離脱する所なく且つ又上述の如き極く僅かの膨みを生じたに過ぎなかつた事は、正しく此の鐵矢板の能力を立派に證據立てたに外ならない。尙又若しも此の壁の設計者が、其の計算中に断面剛率を採るに、矢板の波の山と谷を合した者を以てしたと云ふ事が謬見であつたとするならば斯く迄美事に保持されたか否かと云ふ事が疑はしくなる譯である』若しも壁軸上の断面剛

率で設計されて居る所の現在存在する或る鐵矢板壁を、一度個々の矢板の軸の断面剛率の總和で再計算を行ひ應力を檢べて見るならば此の壁が破壊されなかつたにしても、疾くの昔に危険な彎曲を起して了つて居る筈である例へばミュンヘンの Sager und Werner 會社の手で構築されたラーラッシュの岸壁に於て全部の断面剛率を探れば應力は 1450 kg/cm^2 となるが、若しも前に述べた様な接合溝の摩擦が有利な作用を營まないものとするならば確に 4350 kg/cm^2 迄増加される筈である。

以上ランゼン鐵矢板に就ての論考は、矢板が單に打込地盤で支へられて居て、互に接合溝で繋がる以外には、何等の連結方法が講じられて居ない場合を述べられたのであるが、特に最近岸壁工事に常に見る如く、壁の頂部を通じて鐵又は鐵筋混凝土の笠石工を施し(第四圖b)、尙又下方には錨定腹起しを取り付ける場合には、断面剛率を壁軸上に採るに何等躊躇を要しないであらう。何となれば此の場合には剪力が下は地盤で上は腹起し又は笠石で打ち消されるからである。

三、個々の矢板の主軸 (Hauptachsen) I 及び II が夫々互に平行で、壁軸と爲す角度が型に應じて八度乃至二十四度のものがある。

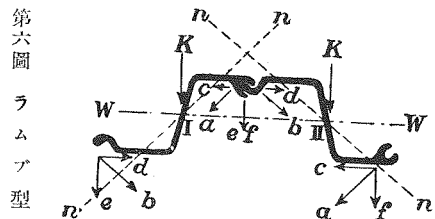


第五圖 テルルーヂュ型

此の種に屬するものはテルルーヂュ型である(第五圖)。此の断面に於ては、力の方向 K は主軸 I 及び II の何れとも一致しない、其れ故断面の力の方向 K に相對的の中軸線 n-n に直角に即ち a の方向に曲けられる計算的に言へば總ての矢板に同様に起る此の a の方向に曲りを妨げるものは何にもない譯である。随つて曲りを考へる場合には、力の方向に應じて相對的の軸を個々の矢板断面に就て採らなければならぬ事になる。即ち土壓又は水壓

の如き一定方向を有せざる荷重を受けるテルルーヂュ鐵矢板壁の設計に於ては、主軸 I に就て計算された断面剛率の總和が採り入れらるべきである。然し實際は此の型に於ても摩擦の働きと腹起しや笠石を取付ける事に依つて中軸線は個々の断面の重心の周りに廻轉し、最後には壁軸と一致して前述のラルゼン鐵矢板壁の場合と同様に、此の型に於ても約二倍位の大きさを有する壁軸上の断面剛率又は其の大部分を採つ、計算出来るのである。

四、個々の断面の主軸 (Hauptachse) が壁軸 w の兩側に於いて相交はり然して断面の重心點に於て壁軸と或る角度を爲すものにラム型(第六圖)がある。(譯者註ヘツシュ型、新クルップ型も之の類に屬す)



『或る断面が或る力の作用を受くる時は力の方向と中軸線(彎曲軸)とが其の断面中一對の相對軸となる様に曲けられる』と云ふ力學の法則に隨へば、断面は力 K の爲めに軸 n-n に直角に曲がる。其れ故断面 I は其の中軸線 n-n の周りに b の方向に、又断面 II は其の中軸線 n-n の周りに a の方向に曲がろうとする。此の b 及び a の方向の移動のために生じ來る力 e 及び d、f 及び e の中で分力 e と b は力 K の大きさが總べて等しい場合には互に消殺し、結局垂直分力 e と f が妨げられないで起り得る事となる。此處に於て再び個々の断面の彎曲軸は廻轉して壁軸の位置迄引き戻されて、此の型に於ても壁軸上の断面剛率を計算に採り入れる事が出来る。然し若しも力が相等しくない場合、例へば或る一本の矢板にのみ特に衝撃が加へられた様な場合には、水平力分が互に打ち消されないで幾分残る爲めに個々の断面は互に扭れを引き起すことになるであらう。